

ИННОВАЦИИ В ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ ДЛЯ ЗДОРОВЬЕСБЕРЕЖЕНИЯ¹

И. А. Прохода

Брянский государственный аграрный университет,
с. Кокино, Брянская обл., Россия

Е. Н. Мясникова

Российский экономический университет имени Г. В. Плеханова, Москва, Россия

В. В. Фещенко

Российский государственный университет социальных технологий,
Москва, Россия

В статье представлены результаты разработки инновационной ресурсосберегающей технологии переработки нетрадиционного растительного сырья для производства функциональных пищевых продуктов, направленных на укрепление здоровья и профилактику алиментарно зависимых заболеваний. В контексте глобальных вызовов, связанных со снижением иммунного статуса населения, особое внимание уделяется изучению и комплексному использованию отечественного лекарственного и пряноароматического сырья (ЛПАРС), такого как эхинацея, шиповник, цикорий, календула, мята, чабрец и душица, обладающего выраженными иммуномодулирующими, радиозащитными и антиоксидантными свойствами. Научно обоснована и детально описана авторская технология получения высокоактивных ингредиентов: мелкодисперсных криопорошков из ЛПАРС. Использование метода криогенного измельчения позволяет максимально сохранить биологически активные вещества сырья, повышая биодоступность и эффективность конечного продукта. На основе разработанных добавок созданы рецептуры и технология двух новых видов драже – «Кис-линка» и «Тута». Эти продукты представляют собой сложные поликомпонентные системы, обогащенные комплексом биоактивных соединений: β -каротином, аскорбиновой кислотой, флавоноидами, фенольными соединениями (включая хлорогеновую кислоту), катехинами и дубильными веществами. Драже спроектированы с учетом суточной потребности в ключевых витаминах-антиоксидантах и предназначены для регулярного употребления в целях коррекции окислительного стресса и усиления защитных функций организма. Исследование подтверждает значительный потенциал использования местного растительного сырья для импортозамещения и создания эффективных продуктов функционального питания, способствующих здоровьесбережению, повышению неспецифической резистентности организма и формированию сбалансированного рациона в современных условиях.

Ключевые слова: лекарственное растительное сырье, иммуномодуляторы, функциональные продукты, криогенное измельчение, драже, антиоксиданты, инновации в питании.

INNOVATION IN FOOD INDUSTRY FOR HEALTH SAVING

Irina A. Prokhoda

Bryansk State Agrarian University, village of Kokino, Bryansk region, Russia

Elena N. Myasnikova

Plekhanov Russian University of Economics, Moscow, Russia

Valentina V. Feshchenko

Russian State University of Social Technologies, Moscow, Russia

The article provides results of developing innovation resource-saving technology for processing non-traditional vegetable raw material to produce functional foods necessary to strengthen health and prevent alimentary dependent diseases. In the context of global challenges connected with a drop in population immune status special

¹ Работа выполнена в рамках государственного задания Минобрнауки России (номер государственного учета научно-исследовательской работы в Единой государственной информационной системе: 1025062300017-3-4.1.1).

attention is paid to study and complex use of home officinal and spicy-aromatic raw material (OSARM), such as coneflower, dog-rose, chicory, marigold, mint, thyme and marjoram that possess evident immune-modulating, radio-protective and antioxidant properties. The author's technology of getting highly-active ingredients, such as micronized cryo-powder of OSARM was substantiated and described in detail. The use of the method of cryogen crushing helps retain biologically active matter in raw material, raise bio-access and effectiveness of the end product. On the basis of worked-out additions formulas and technology for two new types of dragees – 'Kislinka' and 'Tuta' were developed. These products are complicated poly-component systems enriched by the complex of bioactive combinations: beta-carotene, ascorbin acid, flavonoids, phenol compounds (including CGA), catechins and tannins. Dragees were designed with regard to daily need in key vitamins-antioxidants and meant for regular use in order to correct oxidation stress and strengthen protection functions of the organism. The research confirms serious potential of using local vegetable raw materials for import-substitution and development of effective functional foods that can promote health saving, increase in non-specific organism resistance and shaping well-balanced food allowance in today's conditions.

Keywords: medical vegetable raw material, immune-modulators, functional foods, cryogen crushing, dragee, antioxidants, innovation in nutrition.

Введение

Современная антропоэкологическая ситуация характеризуется широкой распространенностью патологических состояний, связанных со снижением иммунореактивности организма и дисбалансом системы перекисного окисления липидов клеточных мембран. Эти факторы рассматриваются как значимые компоненты в патогенезе глобальных пандемий последних лет, обуславливающих высокий уровень летальности. В данном контексте стратегии нутритивной поддержки и коррекции приобретают первостепенное значение.

Актуальным направлением пищевой биотехнологии является разработка специализированных продуктов, в том числе драже, обладающих иммуномодулирующим и радиопротекторным потенциалом. Перспективной сырьевой базой для их создания служат виды лекарственного пряноароматического растительного сырья (ЛПАРС), богатые каротиноидами, витаминами и другими биологически активными соединениями, способными модулировать оксидативный статус и иммунный ответ.

Несмотря на значительный сырьевой потенциал Российской Федерации, где доля дикорастущих видов в общем объеме заготовок ЛПАРС (~65 тыс. тонн/год) достигает 70%, системная государственная заготовка и научно контролируемый прием сырья отсутствуют. В условиях возрас-

тающего спроса на отечественные ресурсы с доказанными антиоксидантными, иммунотропными и адаптогенными свойствами, комплексное исследование функциональных свойств ЛПАРС, а также разработка технологий его переработки в продукты направленного действия представляют собой научно-практическую задачу высокой значимости.

Общие принципы и характеристики сырья

В контексте создания функциональных пищевых продуктов лекарственное и пряноароматическое растительное сырье (ЛПАРС) выступает не в классической роли источника макронутриентов, а как высокоценный носитель комплекса биологически активных веществ (БАВ). Эти соединения, проявляющие положительный физиологический эффект даже в минимальных концентрациях, не имеют существенного энергетического или пластического значения. Комплекс БАВ ЛПАРС включает фенольные соединения (обладающие Р-витаминной и антиоксидантной активностью), терпеноиды, дубильные вещества, витамины, фитонциды, смолы, а также макро- и микроэлементы и аминокислоты. С функциональной точки зрения данные БАВ можно разделить на две группы: нутриенты, непосредственно участвующие в метаболических процессах (витамины, минералы, аминокислоты, белки), и вещества с выраженным фармакологическим дей-

ствием (фенолы, терпеноиды, фитонциды, фитогормоны).

Для использования в пищевой промышленности ЛПАРС должно соответствовать ряду критериев: доступность сырьевой базы, доказанная безопасность (отсутствие токсичности) и благоприятные органолептические характеристики (вкус и аромат). В качестве технологического сырья преимущественно применяются высушенные морфологические части растений: листья, стебли, цветки, почки, семена, плоды, корни, корневища, кора, клубни и луковицы. Для включения в рецептуры пищевых продуктов и биологически активных добавок (БАД) ЛПАРС перерабатывают в такие формы, как экстракты (включая сверхкритические CO₂-экстракты), настои, порошки и пасты, что позволяет концентрировать и стандартизировать целевые БАВ.

Значительный вклад в систематическое исследование и идентификацию наиболее перспективных видов ЛПАРС для производства пряноароматических ингредиентов внесен научным коллективом Брянской области.

Эхинацея пурпурная (*Echinacea purpurea* Moench), представитель семейства астровых (*Asteraceae*), является природным продуцентом широкого спектра биологически активных соединений. Фитохимический состав растения включает эфирные масла (0,5–1,3% с преобладанием сесквитерпенов), смолы (до 0,1%), бетаин (~0,1%), а также специфические гликозиды, такие как эхинокозид (до 10%), представляющий собой производное 3,4-диоксифенилэтанола с углеводным фрагментом, содержащим остатки глюкозы и рамнозы. Помимо этого, идентифицированы эхинацин (полиненасыщенный кислотный амид), эхинолон (ненасыщенный спирт), алканы (н-триаконтанол) и водорастворимые полисахаридные фракции. Иммуномодулирующие свойства эхинацеи, в частности ее способность активировать макрофаги, гранулоциты и лимфоциты, связывают именно с полисахаридными компонентами.

Существует гипотеза о стимуляции β-клеточного звена иммунитета. Наиболее выраженный эффект проявляется в усилении фагоцитарной активности при бактериальных инфекциях. Фитопрепараты на основе эхинацеи находят применение в терапии респираторных заболеваний, лимфаденитов, септических состояний (гангрены), патологий почек, отоларингологии, ревматологии, дерматологии, а также для коррекции лейкопении, индуцированной лучевой терапией.

Цикорий обыкновенный (*Cichorium intybus* L.), также относящийся к семейству астровых, представляет собой культивируемое многолетнее травянистое растение с корнеплодом, морфологически сходным с морковью. Биохимический анализ корневой части демонстрирует содержание сухих веществ на уровне 25–27%, из которых 75–80% составляют водорастворимые углеводы. Ключевым полисахаридом является инулин (50–58% водорастворимой фракции), представляющий собой полимер фруктозы с незначительной долей глюкозы. В свежем сырье его концентрация достигает 14,3–17%, однако он подвержен гидролизу с образованием моно- и дисахаридов.

Минеральный профиль характеризуется наличием калия (270,3–605,7 мг/100 г), натрия (318,0–442,4 мг/100 г), кальция (435,4–522,7 мг/100 г), магния (57,1–98,4 мг/100 г), железа (4,5–9,4 мг/100 г), меди (0,7–1,8 мг/100 г), марганца (0,7–1,4 мг/100 г), цинка (1,6–1,8 мг/100 г), а также следовых количеств свинца, хлора и кремния. В спектре органических кислот идентифицированы яблочная (1,54–1,95%), лимонная (0,8–1,1%), винная (0,5–0,6%), щавелевая (0,01–0,02%) и хлорогеновая (1,2–1,3%) кислоты. Горький вкус обусловлен присутствием сесквитерпеновых лактонов – гликозидов интибина (0,032–0,186%), лактуцина, лактопикрина и тараксастола. Дополнительно в корнях обнаружены фенольные соединения, липиды, витамины группы В и эфирное масло (цикореоль, ~0,1%), обеспечивающее характер-

ный аромат. Фармакологический потенциал цикория включает противоатеросклеротическое, кардиотоническое, противомикробное, желчегонное, репаративное и десенсибилизирующее действие, а также способность модулировать метаболические процессы. Технологические производные цикория (сиропы, напитки) применяются в кондитерской и консервной промышленности, проявляя антимикробные и вяжущие свойства.

Аир обыкновенный (*Ácorus cálamus* L.) представляет собой гидрофильный многолетний вид семейства айрных (Acoraceae), занимающий специфические экологические ниши в прибрежных и болотных биотопах. С терапевтической точки зрения наибольший интерес представляет ползучее корневище, служащее основным депо биологически активных веществ. Фитохимический анализ выявляет наличие в нем эфирного масла с концентрацией от 1,4 до 2,5%, где доминирующим и наиболее изученным компонентом является β -азарон. Надземная биомасса растения также содержит флавоноиды, количественно представленные в основном гликозидами люценина; их содержание составляет $3,25 \pm 1,97\%$ при пересчете на данный агликон. Стоит отметить, что β -азарон в высокой концентрации проявляет потенциальную нейротоксичность, что требует строгого нормирования использования сырья в пищевой и фармацевтической отраслях.

Календула лекарственная (*Calendula officinalis* L.), однолетний представитель семейства астровых (Asteraceae), является классическим примером поливалентного лекарственного растения. Яркая окраска цветочных корзинок (от золотисто-желтой до оранжево-красной) служит индикатором высокого содержания каротиноидных пигментов. Каротиноиды представлены как провитаминными формами (β -каротин), так и окисленными ксантофиллами (ликопин, виолоксантин, цитроксантин, рубиксаин, флавоксантин), которые вносят вклад в антиоксидантную активность препаратов. Другой важной группой

биологически активных соединений являются фенольные метаболиты, включающие флавоноиды и гидроксикоричные кислоты.

Шиповник коричный (*Rosa cínnaomea* L.) является ценным представителем семейства розоцветных (Rosaceae). Его плоды (гипантии) признаны важнейшим природным источником аскорбиновой кислоты (витамина С), содержание которой варьирует в значительном диапазоне от 2 до 18%, что зависит от условий произрастания, сорта и времени сбора. Помимо этого, биохимический состав плодов характеризуется наличием комплекса витаминов (В₁, В₂, РР, К, провитамина А), сахаров (до 10%), органических кислот (включая яблочную, лимонную, а также олеиновую, линолевую и линоленовую), фенольных соединений (флавоноиды – кверцетин, кемпферол; катехины; дубильные вещества, содержание которых может достигать 45%), эфирного масла и минеральных солей (железо, калий, марганец, фосфор, кальций). Семена растения служат источником токоферолов (витамина Е), а получаемое из них масло содержит значительное количество токоферолов (20–170 мг/100 г), каротина (около 10 мг/100 г) и полиненасыщенных жирных кислот.

Кориандр посевной (*Coriandrum sativum* L.) – однолетнее растение семейства зонтичных (Apiaceae). Плоды кориандра содержат два основных типа липидов: эфирное масло (0,2–1,6%) и жирное (триглицеридное) масло (16–28%). Эфирное масло на 60–80% состоит из монотерпеновых спиртов – линалоола и гераниола, которые определяют его характерный аромат и основные биологические свойства. Жирное масло богато петрозелиновой кислотой. Химический состав плодов также включает значительное количество белковых веществ (11–17%), углеводов (пектин, крахмал), стероидных соединений (кориандрол), фитостеринов, дубильных веществ, органических кислот (в том числе аскорбиновой) и следы алкалоидов.

Мята перечная (*Mentha piperita* L.) – многолетнее травянистое растение семейства яснотковых (*Lamiaceae*), вся надземная часть которого, особенно листья, содержит комплекс биологически активных соединений. Главным действующим началом является эфирное масло, содержание которого может достигать 3,5%. В его состав входят монотерпеноиды, такие как α - и β -пинен, лимонен, а также ментол и его эфиры (уксусный и валериановый), которые обуславливают характерный аромат и охлаждающий вкус, а также основные фармакологические свойства.

Помимо эфирного масла, в листьях мяты содержатся и другие важные компоненты: каротиноиды (72 мг/100 г каротина), витамины (токоферол – 38,7–130 мг/100 г, витамин D – до 5,3 мг/100 г), фосфолипиды (1,03%), стерин (до 206 мг/100 г), холин (1,1 мг/100 г), бетаин (1,33 мг/100 г), флавоноиды (2,4% флавонона), дубильные вещества (440 мг/100 г), органические кислоты (урсоловая, олеиновая) и хлорофилл (1,7%). В пищевой промышленности мята используется как ароматическая добавка при квашении овощей (капусты, огурцов, помидоров), а также в производстве ликеро-водочных и безалкогольных напитков, драже.

Чабрец обыкновенный, или тимьян ползучий (*Thymus vulgaris* L.), также принадлежит к семейству яснотковых (*Lamiaceae*). Это многолетнее стелющееся растение с сильным характерным ароматом, обусловленным высоким содержанием эфирного масла (до 10%). Главными компонентами эфирного масла являются фенольные соединения – тимол (до 30%) и карвакрол (до 20%), а также борнеол, цингиберен и другие терпеноиды.

Кроме эфирного масла, в составе чабреца обнаружены флавоноиды, дубильные вещества (до 7,0%), тритерпеновые кислоты (урсоловая, олеаноловая), смолы, горечи, камедь, сапонины (тимуновая кислота), органические кислоты (кофейная, хлорогеновая, хинная) и минеральные соли. Суммарное содержание фенольных со-

единений составляет 3,75–6,94%, из которых идентифицированы производные кумарина и флавоноидов.

Душица обыкновенная (орегано) (*Origanum vulgare* L.), в отличие от тимьяна, является менее эфиромасличным, но значительно более богатым источником полифенольных антиоксидантов. Концентрация ее эфирного масла колеблется в скромных пределах – 0,15–0,50%, а его состав характеризуется меньшим содержанием фенолов (до 4%). Главными носителями биологической активности выступают не летучие терпены, а гидрофильные фенольные кислоты и флавоноиды:

- полифенольный комплекс (17,4%) – ключевой показатель сырья. В его составе доминирует розмариновая кислота (до 2,5%) – мощный антиоксидант и противовоспалительный агент, ингибирующий циклооксигеназу и липоксигеназу. Флавонолы (7,5%, главным образом производные кверцетина и кемпферола) усиливают антиоксидантную защиту и проявляют капилляростабилизирующий эффект;

- дополнительные группы соединений – включают кумарины, обладающие спазмолитической активностью, и тритерпеновые кислоты, способствующие регенерации тканей. Наличие антоцианов (1,3%) и каротиноидов дополняет антиоксидантный потенциал, а аскорбиновая кислота участвует в синтезе коллагена и укреплении иммунитета [4].

В рамках данного исследования была поставлена комплексная научно-практическая задача, направленная на реализацию ресурсного потенциала отечественного лекарственного и пряноароматического растительного сырья (ЛПАРС).

Объектом изучения стали конкретные морфологические части десяти видов растений: соцветия и подземные органы эхинацеи пурпурной (*Echinacea purpurea*), корневища цикория обыкновенного (*Cichorium intybus*) и айра обыкновенного (*Ácorus cálamus*), плоды шиповника коричневого (*Rosa cinnamomea*), соцветия календулы лекарственной (*Calendula officinalis*), семена

кориандра посевного (*Coriandrum sativum*), а также надземные части (соцветия, листья, стебли) мяты перечной (*Mentha piperita*), душицы обыкновенной (*Origanum vulgare*), тимьяна ползучего, или чабреца (*Thymus vulgaris*).

Исследовательская программа включала два взаимосвязанных этапа:

– *фундаментально-аналитический этап*: всестороннее изучение отобранного ЛПАРС с целью оценки его биохимического состава и подтверждения наличия целевых биологически активных веществ – иммуномодуляторов, антиоксидантов и соединений с радиопротекторной активностью;

– *технологический этап*: разработка и научное обоснование инновационных методов переработки сырья. Основное внимание уделялось созданию высокоэффективных форм добавок – мелкодисперсных криопорошков (получаемых методом криогенного измельчения для максимального сохранения нативной структуры БАВ).

Конечная цель исследования – разработка технологий производства новых видов драже (в частности, дражированных форм). Эти продукты проектировались как сложные поликомпонентные системы, в которых синергетический эффект достигается за счет комбинации экстрактов и криопорошков из изученного ЛПАРС с витаминами-антиоксидантами – аскорбиновой кислотой и β -каротином.

Таким образом, создаваемые изделия были ориентированы на выполнение специфических здоровьесберегающих функций: коррекцию оксидативного стресса, модуляцию иммунного ответа и повышение неспецифической резистентности организма к неблагоприятным факторам окружающей среды, включая радиационное воздействие.

Материалы и методы

В качестве объектов исследования использовались 10 видов лекарственного и пряноароматического растительного сырья (ЛПАРС). Из них были получены мел-

кодисперсные криопорошки, которые в дальнейшем применялись в рецептурах драже с целевыми радиопротекторными и иммуномодулирующими свойствами [3].

Для получения порошкообразных добавок была разработана и применена авторская технологическая схема, основанная на методе *криогенного измельчения*. Данный метод позволяет минимизировать термодеструкцию лабильных биологически активных соединений за счет обработки сырья при низких температурах, обеспечивая высокую степень дисперсности конечного продукта и сохранение его биохимической активности [2].

Аналитическая часть работы включала количественное определение ключевых групп биологически активных веществ в исходном растительном сырье и готовых добавках [1]. Анализ проводился с использованием стандартизированных (фармакопейных и общепринятых) методик:

– содержание фенольных соединений, обладающих Р-витаминной активностью, определялось спектрофотометрическим методом;

– концентрация дубильных веществ оценивалась методом титриметрии в пересчете на танин;

– количество эфирных масел определялось методом отгонки с паром;

– содержание аскорбиновой кислоты (витамина С) анализировалось титриметрически;

– уровень β -каротина определялся методом спектрофотометрии.

Контроль качества и стабильности разработанных драже «Кислинка» и «Тута» осуществлялся в ходе шестимесячных испытаний на хранение. Образцы хранились в полиэтиленовой упаковке при стандартных условиях (температура 18–22°C). С заданной периодичностью проводился мониторинг по следующим показателям:

1. *Физико-химические параметры*: массовая доля влаги (%) и титруемая кислотность (%).

2. *Сохранность ключевых активных компонентов*: содержание аскорбиновой кислоты и β -каротина (мг/100 г продукта).

3. *Микробиологическая безопасность*: общее количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов (КОЕ/г) [4].

Все анализы проводились в соответствии с регламентированными методиками, что обеспечило достоверность и воспроизводимость полученных данных.

Рецептурные композиции новых продуктов – драже «Кислинка» и «Тута» – были сформированы на основе принципов превентивной нутрициологии в соответствии с утвержденными нормами физиологической потребности в эссенциальных микронутриентах. Концентрация ключевых витаминов-антиоксидантов, таких как β -каротин и аскорбиновая кислота, в порции продукта (25 г) была рассчитана с учетом суточной потребности в них организма.

Разработка технологий переработки ЛПАРС

В рамках исследования была научно обоснована и разработана авторская технология получения мелкодисперсных порошкообразных добавок из лекарственного и пряноароматического растительного сырья (ЛПАРС) методом криогенного измельчения [3]. Технологический процесс включает предварительное измельчение сырья до фракции 10–20 мм с последующей глубокой низкотемпературной обработкой (при -20°C), обеспечивающей тонкий помол до размеров частиц 5–50 мкм. Данный подход позволяет минимизировать термодеструкцию лабильных биологически активных соединений.

На основе разработанных добавок созданы две инновационные рецептуры драже функциональной направленности.

Драже «Кислинка», обладающее радиопротекторным и иммуномодулирующим действием, представляет собой композицию на основе сахарного песка, обогащенную комплексом биологически активных добавок в форме водно-спиртовых экс-

трактов из ЛПАРС (эхинацея, душица, чабрец, шиповник), масляной формы β -каротина, аскорбиновой кислоты, натурального меда, сухого молока и пищевого красителя.

Драже «Тута» также произведено на сахарной основе с включением порошкообразных добавок в виде мелкодисперсных криопорошков из цикория и кориандра, β -каротина, аскорбиновой кислоты, натурального меда. В качестве натурального красителя использован мелкодисперсный порошок свеклы.

Принципиальным отличием данных технологий от традиционных является применение специально разработанных форм ЛПАРС (экстрактов и криопорошков), что обеспечивает высокое содержание фенольных соединений, витаминов-антиоксидантов и ароматических веществ, детерминирующих профилактические свойства готовых изделий.

Технология производства драже «Кислинка» и «Тута» представляет собой последовательность стандартных и специальных операций. Процесс включает приготовление корпусов драже, поливочного сиропа и комплексной поливочной смеси. Последняя содержит, помимо сиропа, ключевые функциональные ингредиенты: аскорбиновую и лимонную кислоту, масляный β -каротин, мед, а также водно-спиртовые экстракты или порошкообразные добавки из ЛПАРС. Далее следуют этапы дражирования, глянцеваания, сушки, фасовки, упаковки и хранения готовой продукции.

Химический состав сырья

В ходе работы проведен количественный анализ содержания основных групп биологически активных веществ в использованном лекарственном и пряноароматическом растительном сырье, предназначенном для производства добавок в форме порошков и экстрактов. Полученные данные (в мг на 100 г продукта) систематизированы и представлены в табл. 1.

Таблица 1

**Содержание биологически активных веществ в нетрадиционном лекарственном
и пряноароматическом растительном сырье, используемом для технологий
здоровьесбережения (в мг в 100 г продукта)**

Растительное сырье	Фенольные соединения с Р-витаминной активностью			Дубильные вещества (по танину)	Эфирные масла	Витамин С	Каротин
	Общие по хлорогеновой кислоте	Флавоноловые гликозиды (по рутину)	Свободные катехины (по d-катехину)				
Эхинацея (цветки)	4 480 ± 134,4	920,3 ± 13,80	535,9 ± 5,89	1 443 ± 15,87	100 ± 1,01	18,4 ± 0,18	0,20 ± 0,001
Календула (цветки)	3 575 ± 89,37	2 553,6 ± 53,62	551,1 ± 6,06	1 820 ± 20,02	120 ± 1,23	15,5 ± 0,15	0,90 ± 0,001
Цикорий (корень)	2 450 ± 49,00	1 616,2 ± 27,47	540,4 ± 5,94	1 920 ± 21,12	110 ± 1,11	14,2 ± 0,14	0,06 ± 0,001
Эхинацея (корень)	2 080 ± 31,20	858,9 ± 9,44	364,8 ± 3,68	3 400 ± 78,2	120 ± 1,22	11,0 ± 0,11	0,10 ± 0,001
Аир (корень)	4 420 ± 132,6	933,2 ± 10,26	418,0 ± 4,26	1 775 ± 24,85	1 100 ± 12,1	11,7 ± 0,12	–
Чабрец (листья, стебли)	3 105 ± 77,62	784,2 ± 8,62	490,2 ± 5,00	1 245 ± 13,69	200 ± 2,06	22,8 ± 0,31	1,20 ± 0,1
Душица (листья, стебли)	522 ± 6,26	740,0 ± 8,14	128,1 ± 1,29	3 584 ± 89,6	200 ± 2,06	3,2 ± 0,03	0,60 ± 0,001
Мята (листья, стебли)	7 485 ± 224,5	727,5 ± 8,00	380,2 ± 3,91	2 890 ± 60,69	2 000 ± 26,0	10,4 ± 0,10	8,80 ± 0,11
Кориандр (семена)	685 ± 8,22	412,4 ± 4,53	132,4 ± 1,33	658 ± 6,64	2 500 ± 35,00	1,5 ± 0,01	0,50 ± 0,001
Шиповник (плоды)	5 118 ± 153,5	988,0 ± 12,84	455,4 ± 4,69	4 200 ± 117,6	–	204,0 ± 2,10	6,80 ± 0,08

Новые драже представляют собой сложные поликомпонентные матрицы, целенаправленно обогащенные спектром биологически активных веществ с иммуностропными свойствами. В состав продуктов введены высокие концентрации ключевых нутрицевтиков и фитокомпонентов: β-каротина, аскорбиновой кислоты, а также комплекса фенольных соединений, включающего свободные катехины, флавоноловые гликозиды, производные гидроксикоричных кислот (например, хлорогеновую кислоту) и конденсированные танины. Подобная композиция обеспечивает синергизм действия и формирует расширенный функциональный профиль, превосходящий по биохимической насыщенности существующие отечественные аналоги.

Важнейшим этапом технологической оценки стало исследование стабильности готовой продукции. В течение шести месяцев проводился мониторинг качества драже «Кислинка» и «Тута» в условиях моделированного хранения (температура 18–22°C в полиэтиленовой упаковке).

Полученные количественные данные, отражающие кинетику изменений основных характеристик продукции во времени, систематизированы в табл. 2, что позволяет сделать объективные выводы о сроке годности и сохранности функциональных свойств разработанных продуктов.

На основании данных мониторинга установлено, что разработанные образцы драже демонстрируют высокую технологическую и биохимическую стабильность в течение четырех месяцев хранения в стандартных условиях. За указанный период не выявлено статистически значимых изменений ключевых физико-химических, биохимических и микробиологических показателей.

К шестому месяцу хранения наблюдается ожидаемая деградация наиболее лабильных нутрицевтиков: массовая доля β-каротина снижается на 16–17%, а содержание аскорбиновой кислоты уменьшается на 14–18%. Данные изменения соответствуют типичным кинетическим закономерностям распада витаминов и кароти-

ноидов в пищевых матрицах при длительном хранении. При этом микробиологический профиль продукции остается ста-

бильным, а уровень контаминации мезофильной микрофлорой не превышает установленных норм.

Т а б л и ц а 2

Исследование качества драже «Кислинка» и «Тута» в процессе хранения

Наименование драже	Продолжительность хранения, мес.	Массовая доля				Общее количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов в 1 г продукта, ед.
		влаги, %	титруемых кислот, %	витамина С, мг в 100 г	β-каротина, мг в 100 г	
«Кислинка»	В начале хранения	2,8	0,5	280,1	48,2	$2,5 \times 10^3$
	1	2,7	0,6	275,2	47,8	$2,5 \times 10^3$
	2	2,8	0,5	270,3	42,2	$2,4 \times 10^3$
	3	2,8	0,6	272,4	45,6	$2,6 \times 10^3$
	4	2,7	0,5	265,1	43,8	$2,5 \times 10^3$
	5	2,6	0,5	250,0	42,0	$2,6 \times 10^3$
	6	2,6	0,5	230,2	40,4	$2,7 \times 10^3$
«Тута»	В начале хранения	2,7	0,6	260,2	47,2	$2,7 \times 10^3$
	1	2,6	0,5	258,0	47,0	$2,6 \times 10^3$
	2	2,6	0,6	261,2	46,9	$2,8 \times 10^3$
	3	2,7	0,7	255,8	46,2	$2,7 \times 10^3$
	4	2,6	0,6	249,6	47,0	$2,6 \times 10^3$
	5	2,5	0,5	245,6	42,4	$2,7 \times 10^3$
	6	2,4	0,5	225,8	39,2	$2,8 \times 10^3$

Таким образом, результаты исследований подтверждают, что основные потребительские и функциональные характеристики драже «Кислинка» и «Тута» сохраняются на приемлемом уровне на протяжении шестимесячного срока хранения в условиях, имитирующих реальные. Установленная динамика деградации активных компонентов является прогнозируемой и не препятствует позиционированию продуктов как стабильных функциональных пищевых форм.

Заключение

В ходе исследования была разработана и научно обоснована инновационная ресурсосберегающая технология переработки лекарственного и пряноароматического растительного сырья (ЛПАРС). Ключевым элементом является метод криогенного измельчения для получения мелкодисперсных порошкообразных добавок. Этот метод направлен на максимальное сохранение нативной структуры биологически активных веществ и повышение их биодоступности, что формирует основу для со-

здания продуктов здоровьесберегающего назначения.

Разработанные драже «Кислинка» и «Тута» представляют собой сложные поликомпонентные системы, целенаправленно обогащенные комплексом иммуномодулирующих и антиоксидантных БАВ. Их биохимический профиль включает высокие концентрации β-каротина, аскорбиновой кислоты, фенольных соединений (флавонолы, катехины, хлорогеновая кислота) и танинов. Драже «Кислинка» и «Тута» различаются по форме введения активного начала: первое основано на композиции водно-спиртовых экстрактов (эхинацея, душица, чабрец, шиповник), второе – на мелкодисперсных криопорошках (цикорий, кориандр). Включение в рецептуру синергистов (мед, аскорбиновая кислота) и использование специальных форм ЛПАРС вместо традиционных ароматизаторов придает продуктам выраженные профилактические свойства и делает их стабильными на протяжении четырех месяцев хранения в стандартных условиях.

Был проведен полный фитохимический анализ десяти опытных образцов ЛПАРС, произрастающих на территории Российской Федерации. В исследование включены цветки и корни эхинацеи, корневища цикория и аира, плоды шиповника, соцветия календулы, семена кориандра, а также надземные части мяты, душицы и чабреца. На основе данных анализа произведен целенаправленный отбор сырья для последующей переработки в криопорошки и экстракты, которые легли в основу рецептур драже с заданными иммуномодулирующими, радиопротекторными и антиоксидантными свойствами.

Проведенное комплексное исследование продемонстрировало высокую эффективность предложенного научно-технологического подхода. В результате была не только разработана и обоснована инновационная технология глубокой переработки ЛПАРС с использованием криогенного измельчения, но и успешно созданы новые продукты функционального назначения – драже «Кислинка» и «Тута». Эти изделия, представляющие собой сбалансированные поликомпонентные системы с высоким содержанием целевых биологически активных веществ, по своему составу превосходят существующие аналоги.

Список литературы

1. Буракова Л. Н., Плотников Д. А., Трофимова А. А. Анализ работ в области разработки продуктов функционального назначения, обладающих иммуномодулирующими свойствами // Проблемы развития АПК региона. – 2022. – № 2 (50). – С. 182–186.
2. Гореликова Г. А., Шигина Е. В., Майорникова Л. А., Терещук Л. В. Исследование антиоксидантных свойств экстрактов лекарственных растений // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2007. – № 3. – С. 26–30.
3. Косова Н. В., Меретуков З. А., Кошевой Е. П. Перспективный способ эффективной технологии переработки пряного растительного сырья криогенным измельчением // Новые технологии. – 2013. – № 3. – С. 23–25.
4. Тутельян В. А., Лашнева Н. В. Биологически активные вещества растительного происхождения. Флаваноны: пищевые источники, биодоступность, влияние на ферменты метаболизма ксенобиотиков // Вопросы питания. – 2011. – Т. 80. – № 5. – С. 4.

References

1. Burakova L. N., Plotnikov D. A., Trofimova A. A. Analiz rabot v oblasti razrabotki produktov funktsionalnogo naznacheniya, obladayushchikh immunomoduliruyushchimi svoystvami [Analysis of Works in the Field of Development of Functional Products with Immunomodulatory Properties]. *Problemy razvitiya APK regiona* [Problems of Development of the Agro-Industrial Complex of the Region], 2022, No. 2 (50), pp. 182–186. (In Russ.).
2. Gorelikova G. A., Shigina E. V., Mayurnikova L. A., Tereshchuk L. V. Issledovanie antioksidantnykh svoystv ekstraktov lekarstvennykh rasteniy [Study of Antioxidant Properties of Medicinal Plant Extracts]. *Khranenie i pererabotka selkhozsyrya* [Storage and Processing of Agricultural Raw Materials], 2007, No. 3, pp. 26–30. (In Russ.).
3. Kosova N. V., Meretukov Z. A., Koshevoy E. P. Perspektivnyy sposob effektivnoy tekhnologii pererabotki pryannogo rastitelnogo syrya kriogennym izmelcheniem [A Promising Method of Effective Technology for Processing Spicy Plant Raw Materials by Cryogenic Grinding]. *Novye tekhnologii* [New Technologies], 2013, No. 3, pp. 23–25. (In Russ.).
4. Tutelyan V. A., Lashneva N. V. Biologicheskii aktivnye veshchestva rastitelnogo proiskhozhdeniya. Flavanony: pishchevye istochniki, biodostupnost, vliyaniye na fermenty

metabolizma ksenobiotikov [Biologically Active Substances of Plant Origin. Flavanones: Food Sources, Bioavailability, Effect on Enzymes of Xenobiotic Metabolism]. *Voprosy pitaniya* [Nutrition Issues], 2011, Vol. 80, No. 5, p. 4. (In Russ.).

Поступила: 19.02.2026

Принята к печати: 24.04.2026

Сведения об авторах

Ирина Алексеевна Прохода

доктор сельскохозяйственных наук, доцент,
профессор кафедры технологического
оборудования животноводства
и перерабатывающих производств
Брянского ГАУ.

Адрес: ФГБОУ ВО «Брянский
государственный аграрный
университет», 243365, Брянская обл.,
Выгоничский р-н, с. Кокино,
ул. Советская, д. 2а.

E-mail: irina.proxoda@yandex.ru

Елена Николаевна Мясникова

кандидат технических наук, доцент,
доцент кафедры пищевых технологий
и биоинженерии РЭУ им. Г. В. Плеханова.

Адрес: ФГБОУ ВО «Российский
экономический университет
имени Г. В. Плеханова», 109992,
Москва, Стремянный пер., д. 36.

E-mail: myasnikova.en@rea.ru

Валентина В. Фещенко

кандидат педагогических наук, доцент,
заведующая кафедрой экономики
и управления РГУ СоцТех.

Адрес: ФГБОУ ИВО «Российский
государственный университет
социальных технологий», 107150,
Москва, ул. Лосиноостровская, д. 49.

E-mail: feshchenko@rgust.ru

Information about the authors

Irina A. Prokhoda

Doctor of Agricultural Sciences,
Associate Professor, Professor
of the Department of Technological
Equipment of Animal Husbandry
and Processing Industries
of the Bryansk SAU.

Address: Bryansk State Agrarian University,
2a Sovetskaya Str., village of Kokino,
Vygonichi district, Bryansk region, 243365,
Russian Federation.

E-mail: irina.proxoda@yandex.ru

Elena N. Myasnikova

PhD, Associate Professor,
Associate Professor of the Department
of Food Technology and Bioengineering
of the PRUE.

Address: Plekhanov Russian University
of Economics, 36 Stremyanny Lane,
Moscow, 109992, Russian Federation.

E-mail: myasnikova.en@rea.ru

Valentina V. Feshchenko

PhD, Associate Professor,
Head of the Department of Economics
and Management of the Russian State
University of Social Technologies.

Address: Russian State University of Social
Technologies, 49 Losinoostrovskaya Str.,
Moscow, 107150, Russian Federation.

E-mail: feshchenko@rgust.ru